



Philosophia Scientiæ

Travaux d'histoire et de philosophie des sciences

14-2 | 2010

Louis Rougier, De Torricelli à Pascal

– Chapitre I – L'Expérience de Torricelli et la Scolastique

Louis Rougier



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/philosophiascientiae/177>

DOI : 10.4000/philosophiascientiae.177

ISSN : 1775-4283

Éditeur

Éditions Kimé

Édition imprimée

Date de publication : 1 octobre 2010

Pagination : 52-62

ISBN : 978-2-84174-536-4

ISSN : 1281-2463

Référence électronique

Louis Rougier, « – Chapitre I – L'Expérience de Torricelli et la Scolastique », *Philosophia Scientiæ* [En ligne], 14-2 | 2010, mis en ligne le 01 octobre 2013, consulté le 15 janvier 2021. URL : <http://journals.openedition.org/philosophiascientiae/177> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/philosophiascientiae.177>

Tous droits réservés

– Chapitre I –

L'Expérience de Torricelli et la Scolastique

1 – Comment l'expérience de Torricelli posait le problème de l'existence du vide, de la pesanteur de l'air et de son élasticité

Dans les *Discours et démonstrations mathématiques au sujet de deux sciences nouvelles, relatives à la mécanique et aux mouvements locaux*, publiés à Leyde en 1638, Galilée rapporte une observation que les fontainiers de Florence lui avaient soumise sur l'impuissance où se trouvent les pompes aspirantes à soulever l'eau au-dessus de trente-deux pieds.

Ayant dressé une pompe pour faire monter l'eau à une très grande hauteur, ils furent fort marris de voir que le liquide, arrivé à une dizaine de mètres environ, cessait brusquement de monter, bien que la pompe continuât à fonctionner. Galilée attribue l'élévation de la colonne d'eau à une cause intrinsèque : à la répulsion qu'éprouve la nature pour le vide fait par l'appel d'air du piston. Mais cette élévation de l'eau est limitée, parce que l'horreur qu'éprouve la nature pour le vide est elle-même limitée. Cette explication avait l'inconvénient de cumuler les reproches que l'on pouvait adresser alors à une explication strictement finaliste ou strictement mécanique. Elle satisfaisait les péripatéticiens en admettant l'horreur du vide, mais les scandalisait en prétendant que cette horreur est limitée et que le vide, au-dessus de dix mètres, dans les conditions de l'expérience, se trouve réalisé. Elle eût comblé d'aise les atomistes, qui admettaient l'existence du vide, mais elle était propre à les rebuter en recourant à une cause obscure et finale. C'est ainsi qu'en l'esprit de Galilée à son déclin, aux notions purement expérimentales ou quantitatives des deux sciences nouvelles qu'il avait tellement contribué à fonder, se mêlait un reliquat des vieilles explications scolastiques qu'il avait, par ailleurs, toujours combattues.

Il était inévitable que ses disciples ne se contentassent pas de cette demi-concession. Précisément, Évangélisme Torricelli, depuis 1641, était au nombre de ces familiers, à Florence. C'est au sujet de l'observation rapportée par Galilée, qu'il imagina le baromètre. Attribuant l'élévation de l'eau dans une pompe aspirante à une cause extérieure, à la pression atmosphérique, il raisonna ainsi. Si cette cause s'exerce sur un liquide de plus grand poids spécifique que l'eau, elle le soulèvera à une hauteur proportionnellement moindre. Tel est le principe de l'expérience qu'il décrit, à la date du 11 juin 1644, en une lettre adressée à son ancien élève,

Michel-Ange Ricci : à la place de l'eau, Torricelli utilise du mercure qui, à volume égal, pèse 13,6 fois plus que l'eau. Prenant un tube fermé à l'une de ses extrémités, il le remplit de vif-argent en l'immergeant dans une cuve de mercure. Le redressant verticalement, l'extrémité ouverte plongeant dans la cuvette, un phénomène identique à celui observé par les fontainiers de Florence se produit. Le mercure quitte le bout fermé sitôt que sa hauteur verticale, au-dessus de la surface libre du mercure atteint 2 pieds 7/14, hauteur qui est à peu près (car il faut tenir compte de la pression interne engendrée par la vaporisation du mercure dans le vide) 13,6 fois plus petite que celle de l'eau.

De cette expérience, Torricelli fournit une interprétation théorique correcte. L'espace abandonné par le mercure en haut du tube (chambre barométrique) est vide : mais la suspension du mercure dans le tube ne doit pas s'expliquer par la résistance qu'oppose la nature à toute cause dont l'effet serait de réaliser le vide (l'horreur du vide invoquée par Galilée), mais par une cause extérieure, le poids de l'air qui pèse sur la cuvette et qui fait équilibre à la colonne de mercure. Croyant connaître la hauteur et la densité de l'air, il trouve que la pesanteur de l'air devrait à elle seule faire plus d'effet qu'elle n'en produit quand on essaye de faire le vide. Toutefois, on peut esquisser l'objection en supposant que l'air se raréfie spontanément dans les couches supérieures de l'atmosphère, si bien que sa densité diminue au fur et à mesure que l'on s'élève :

J'ai déjà annoncé à Votre Seigneurie qu'il se faisait une expérience de physique sur le vide, non pas pour faire simplement le vide, mais pour avoir un instrument qui pût indiquer les changements de l'air, tantôt plus lourd et plus épais, tantôt plus léger et plus subtil.

Beaucoup de gens ont dit qu'il ne peut se produire de vide, d'autres qu'il peut se produire, mais non sans résistance de la nature, ni sans fatigue. *Je ne sache pas que personne ait dit qu'il peut se produire du vide sans fatigue et sans résistance aucune de la nature*¹¹. J'ai raisonné ainsi : si je trouvais une cause manifeste d'où dérive la résistance que l'on sent quand on veut faire le vide, il serait inutile, ce me semble, de chercher à attribuer au vide un effet qui dérive manifestement d'une autre cause. Et même en faisant certains calculs très faciles, je trouve que la cause dont je parle, à savoir le poids de l'air, devrait à elle seule faire plus d'effet qu'elle ne fait quand on essaye de faire le vide.

11. [NdE – Souligné par L. Rougier.]

Nous vivons submergés au fond d'un océan d'air, et nous savons par des expériences indubitables que l'air est pesant et même que cet air épais qui est près de la surface de la terre pèse environ le quatre centième du poids de l'eau (nombre donné par Galilée). D'autre part, les auteurs qui ont parlé du crépuscule ont observé que l'air visible et chargé de vapeurs s'élève au-dessus de nous à près de cinquante ou cinquante-quatre milles, ce que je crois exagéré parce que je pourrais montrer que le vide devrait faire beaucoup plus de résistance qu'il ne fait ; mais ils ont une échappatoire, ils peuvent dire que le poids dont parle Galilée doit s'entendre de la région la plus basse de l'air où vivent les hommes et les animaux, mais que, sur la cime des hautes montagnes, l'air commence à être très pur et pèse beaucoup moins que les quatre centièmes de l'eau.

L'observation rapportée par Galilée, l'expérience narrée par Torricelli, posaient aux contemporains un double problème : la force qui suspend l'eau dans les pompes aspirantes, le mercure dans le tube barométrique, est-elle intérieure ou extérieure, et, dans l'un ou l'autre cas, à quelle cause l'attribuer ? L'espace compris entre la colonne d'eau et le piston soulevé à plus de trente-deux pieds, entre la surface du mercure et le bout scellé du tube est-il vide de toute substance, et, dans le cas contraire, quelle substance l'emplit ? Ces deux questions se présentent comme indépendantes : la solution de l'une ne préjuge pas nécessairement celle de l'autre. On peut être partisan du plein et soutenir que la force qui soulève l'eau ou le mercure est la pression extérieure exercée par la colonne d'air qui pèse sur la surface libre du liquide : telle sera l'attitude de Descartes, du père Noël, de Roberval, de Rohault ; on peut être vacuiste et professer la « colonne d'air », tels Torricelli et finalement Pascal. Galilée et Guiffart sont *vacuistes*, Hobbes et Pierius sont *plénistes*, et tous les quatre s'accordent à rejeter la « colonne d'air ». Enfin, on voit le même personnage passer avec une quasi-désinvolture d'une alternative à l'autre : Mersenne, Roberval, le père Noël, et, il semble bien, Pascal lui-même. Le seul lien entre le vide et la gravité de l'air est celui-ci : à l'encontre de l'enseignement de l'École, des physiciens se rencontrent, au début du XVII^e siècle, pour attribuer à la pesanteur de l'air les effets naturels que l'on mettait sur le compte de l'horreur du vide.

Ce double problème : origine intérieure ou extérieure de la force qui soulève les liquides dans les tubes où apparemment règne le vide, existence du plein et du vide, allait passionner les esprits dans le second

quart du XVII^e siècle et leur donner de la tablature. Il semble, à première vue, qu'il s'agisse là d'une simple question de physique expérimentale, et l'on comprend malaisément la portée de ce grand débat. En réalité, il s'agit de bien autre chose : ce n'est rien moins que la logique, la métaphysique, la physique de l'École qui s'y trouvent intéressées ; c'est la valeur de l'autorité d'Aristote mise en litige et, par suite, la question de la méthode dans les sciences physiques. Soutenir l'existence du vide, c'est effrontément s'affranchir du principe du réalisme ontologique qui fut l'âme de la Scolastique ; c'est contrevenir à la table des catégories du Stagirite ; c'est mettre en défaut la dynamique qui repousse la possibilité physique du vide. Soutenir, comme Torricelli, l'hypothèse de la colonne d'air, c'est admettre qu'il n'y a pas de *légèreté absolue* et qu'un élément, réputé léger, est pesant, même dans son lieu naturel, à l'encontre de ce qu'enseignent les péripatéticiens ; c'est encore, par voie de conséquence, postuler, dans les couches hautes de l'atmosphère, la raréfaction spontanée de l'air, ce qui contredit le principe fondamental de la statique et de la dynamique de l'être, selon l'École : le principe de la passivité des substances inanimées. Le bénéfice de la discussion sera immense : en physique, les lois de la statique des fluides, découvertes par Mersenne, Benedetti, Stevin, Galilée, Descartes et Torricelli, organisées en corps de doctrine et correctement déduites du principe de Pascal ; la théorie cinétique des gaz, qui jette un pont entre l'hydrodynamique et la thermodynamique ; en logique, les règles de l'usage des hypothèses et du rôle de l'expérimentation dans les sciences de la nature remarquablement établies ; en métaphysique, le problème de l'existence et de la nature de l'espace vide, dont Clarck, Leibnitz et Kant donneront trois solutions différentes en attendant que les résultats de l'analyse des sensations, des géométries non euclidiennes, de la physique de la relativité viennent renouveler la question. La controverse était d'importance. On comprend qu'elle ait provoqué d'étonnantes disputes. Pour comprendre les résistances suscitées par l'hypothèse de Torricelli, qui contenait la clé de la question, il faut évoquer l'état des esprits en présence du problème du vide, de la pesanteur, de l'élasticité de l'air.

2 – Objections de l'École contre la possibilité du vide

Pour se correctement interpréter, l'observation rapportée par Galilée et l'expérience de Torricelli nécessitent que l'on admette l'existence du vide, la pesanteur, l'élasticité de l'air et que l'on étende à l'air, considéré comme un fluide, les lois de l'équilibre des liqueurs.

La croyance au vide contredisait à tout l'enseignement de l'École.

L'esprit de cet enseignement était le réalisme ontologique qui consiste à hypostasier nos concepts et à prendre pour réelles nos distinctions logiques et nos dissociations mentales. Or, pour les Anciens, le vide était assimilé à la négation de tout être. Mais le non-être, en tant que tel, n'existe pas. Le monde fut considéré par les Éléates, par Platon et par Aristote comme un *plenum*, fini et limité, hors duquel rien ne peut se concevoir. Lorsque les atomistes postulèrent l'existence du vide, ils procédèrent à une révolution semblable, dans l'ordre physique, à celle réalisée, dans l'ordre logique, par Platon dans le *Sophiste*, affirmant, comme fit Leucippe, que « ce qui n'est pas est » tout autant que « ce qui est ». Mais une semblable révolution était un scandale pour la raison : affirmer que le néant existe, c'est installer la contradiction dans la première affirmation sur l'être, c'est répudier le rationalisme de l'École. Les scolastiques ne devaient pas hésiter : dans ce *vacuum*, qui constitue la chambre barométrique dans le tube de Torricelli, il doit y avoir quelque chose des vapeurs, de la matière subtile, de l'éther, de l'air raréfié, tout ce que l'on voudra plutôt que le vide.

Dès que l'on cède au sortilège du réalisme ontologique, sitôt que l'on considère les idées abstraites comme correspondant à des essences ou natures objectives d'où se trouve exclu tout ce qui ne figure pas dans la définition de ces idées, on achoppe à un certain nombre d'apories, dont la première est celle-ci. La notion la plus générale que puisse former notre intellect est celle d'*être*. Mais dès qu'on réalise cette idée, au lieu d'apparaître comme le concept le plus vide de notre entendement, elle absorbe en elle la plénitude du réel. L'« être est », on ne peut sortir de cette affirmation parménidienne, car si quelque chose de différent que l'être se peut concevoir, cette chose, en tant qu'elle est *autre* que l'être, est du *non-être*, un pur néant, et, à ce titre, n'existe pas. Il fallait à tout prix sortir du monisme éléatique, qui, aux yeux d'un scolastique, prenait allure de panthéisme, car, outre ce péril, le monisme réduisait la science à une tautologie enthousiaste : « l'être est », hors de quoi, il n'y avait plus de discours possible.

On sait comment Platon fut conduit à commettre « un parricide » envers Parménide, en établissant le non-être sous forme de l'idée d'*altérité* ou *autre*, dont participent toutes les idées, même celle d'être en tant qu'elle se distingue des autres idées. Cette solution parut peu suffisante à Aristote. Il s'échappa du parménidisme, qui niait la possibilité du jugement et du devenir, en édifiant trois théories : celle de l'acte et de la puissance, la théorie des transcendants et la théorie des catégories.

Ces deux dernières sont une concession consentie au conceptualisme contre le principe du réalisme ontologique, pour ne pas sombrer dans

l'absurde où celui-ci achemine immanquablement. La théorie des catégories affirme que les notions de notre esprit, les réalités qui leur correspondent en dehors de la pensée ne se rangent pas sous la notion unique d'être considérée comme genre suprême, mais sous dix chefs principaux qui sont la catégorie de la substance et les neuf catégories dérivées de ses accidents. Les substances sont elles-mêmes composées de formes pures, c'est-à-dire, dans le langage courant, corps ou esprit. La théorie des transcendantaux affirme que certains concepts, celui d'être, d'un, de bon, ne sont pas des genres, mais se disent analogiquement de la substance et de ses accidents, à des titres divers.

Admettons que le vide existe. Comment considérons-nous son existence avec la théorie des catégories d'Aristote ? Ce n'est pas une substance, puisqu'il implique par définition l'absence de tout corps et de tout esprit ; ce n'est pas davantage un accident, puisque le propre d'un accident est d'être inhérent à une substance. Ce n'est, par conséquent, pas un être, car l'être ne se dit que d'une substance ou de ses accidents. Telle est l'objection que le père Noël fera à Pascal : l'espace vide n'existe pas, car il ne serait ni substance ni accident, n'étant ni corps ni esprit. À quoi Pascal se verra obligé de répondre dans sa lettre à Le Pailleur :

Cela est vrai si l'on entend par le mot substance ce qui est corps ou esprit, car, en ce sens, l'espace ne sera ni substance ni accident ; mais il sera espace, comme, en ce même sens, le temps n'est ni substance ni accident ; mais il est temps, parce que, pour être, il n'est pas nécessaire d'être ou substance ou accident.

Voilà le grand mot lâché et qui renverse toute la théorie des catégories que l'École donnait pour fondement de la logique et de l'ontologie. Voilà le problème de la nature de l'espace posé. Dans son *Syntagma philosophicum*, *Opera omnia*, ouvrage posthume paru à Lyon en 1658, quelque dix ans après la lettre à Le Pailleur, Gassendi, vacuiste parce qu'atomiste, soutiendra que l'espace n'est ni une substance, ni le mode d'une substance, ni un simple concept de l'esprit, ni une fiction imaginative, telle que celle d'un centaure, mais une « chose à sa manière » qui est, avant tout, « une capacité de recevoir les êtres ». Il faut donc réaménager la table des catégories d'Aristote :

Tout être est *Substance*, ou *Accident*, ou *Lieu*, dans lequel toutes les substances et tous les accidents sont, ou

Temps dans lequel toutes les substances et tous les accidents durent¹².

La dynamique d'Aristote, non moins que sa logique et son ontologie, condamne l'existence d'un espace vide.

Dans la mécanique classique, en tout corps qui se meut on a coutume de distinguer la *force* qui meut et la *masse* qui est mue. La force est proportionnelle à l'accélération communiquée au mobile et égale au rapport de la masse à l'accélération. La masse, dans cette équation fondamentale, mesure la résistance qu'oppose un mobile à toute action qui tend à modifier son état de mouvement : c'est un coefficient numérique qui caractérise chaque corps et exprime son inertie intrinsèque. À cette énergie intrinsèque se peut joindre et se joint effectivement dans les mobiles terrestres une *inertie supplémentaire*, d'origine extérieure, due aux *résistances passives* du milieu, qui absorbent, en tout ou en partie, le travail de la force.

Dans la dynamique d'Aristote, un corps en mouvement est toujours soumis à deux forces : une *puissance* et une *résistance*. La puissance correspond en général à notre notion de *force*, mais la notion de *résistance* ne correspond nullement à celle de la masse. La résistance provient uniquement du milieu, elle est extrinsèque au corps, elle correspond à ce que nous appelons les *résistances passives*. De cette méconnaissance de la masse, les conséquences sont les suivantes : sans puissance, un corps ne se mouvrait pas, il serait en repos absolu ; sans résistance, son mouvement s'accomplirait en un instant, il atteindrait immédiatement du premier coup le terme auquel il tend par la puissance. Le Stagirite qui ne conçoit guère, en effet, d'autre fonction mathématique que la proportionnalité, pose en principe que la vitesse d'un mobile est proportionnelle à la puissance qui le meut et en raison inverse de la résistance qui lui fait obstacle. Dans le cas d'un corps qui tombe, la puissance est représentée par le poids et la résistance qu'offrent l'air, l'eau ou divers milieux est

12. *Syntagma philosophicum : Physica*, sect. I, L, IV, C. 4 ; *Opera Gassendi*, Lyon, 1658, t. I, p. 304. [NdE – L. Rougier laisse ici entendre que Gassendi aurait suivi Pascal, et lui aurait emprunté son ontologie. On s'accorde aujourd'hui à reconnaître, à la suite d'Alexandre Koyré, que c'est Pascal qui a emprunté à Gassendi son ontologie, telle que celui-ci l'avait exposée dans les *Animadversiones*, parues en 1649. La lettre à Le Pailleur date il est vrai de 1648. Apparemment, c'est donc la lecture de L. Rougier qui s'imposerait. Pourtant, Koyré a nettement souligné l'originalité de l'ontologie de Gassendi et imaginé la possibilité pour Pascal d'avoir eu accès, avant sa publication, au manuscrit des *Animadversiones*, achevé dès 1646 [Koyré 1957]. Olivier Bloch se rallie à cette hypothèse tout en suggérant que Pascal a pu également avoir connaissance de cette ontologie grâce à des entretiens « avec Gassendi lui-même ou des amis », [Bloch 1971, 197].]

proportionnelle à la densité du milieu. Les vitesses de chute d'un [corps ?] donné qui traverse divers milieux sont donc en raison inverse des densités de ces milieux, d'où il résulte que si un corps pesant tombait dans le vide, sa vitesse de chute serait infinie. Bien loin donc que l'existence du vide soit, à ce que prétendent les atomistes, ce qui fonde la possibilité du mouvement, il est au contraire inconcevable qu'un corps se meuve, dans le vide, d'un mouvement local. L'existence d'un espace vide n'est pas seulement une contradiction logique : toute opération qui aboutirait au vide est physiquement inconcevable.

Cette théorie devait heurter les enseignants de la théologie chrétienne qui professent la toute-puissance de Dieu. Dire que l'existence de l'espace vide est une contradiction dans les termes, c'est refuser à Dieu le pouvoir de créer un mouvement dont le vide résulterait, comme, par exemple, d'imprimer un mouvement de translation à la sphère qui enclot le monde. C'est également lui refuser la faculté de créer une pluralité de mondes, qui, étant extérieurs les uns aux autres, ne pourraient se localiser les uns hors des autres que dans un espace vide. De telles propositions se trouvent au nombre des deux-cent-dix-neuf thèses condamnées le 7 mars 1277 par Étienne Tempier, archevêque de Paris.

Un problème se posait dès lors avec insistance aux docteurs de la Scolastique : celui de concilier la toute-puissance créatrice de Dieu avec la dynamique péripatéticienne qui exclut la possibilité du vide. Pour y parvenir, ils élaborent, à Oxford comme à Paris, une nouvelle théorie qu'expose, dès la première moitié du XIV^e siècle, Jean de Dumbleton. L'existence d'un espace vide cesse d'être tenue pour contradictoire : Dieu pourrait en droit la réaliser. Seulement on ne rencontre jamais dans la nature un lieu privé de tout corps, parce que les forces naturelles empêchent qu'il soit produit. En effet, indépendamment des mouvements naturels ou violents dont les corps sont animés, chaque corps tend à demeurer contigu au corps qui se déplace et qui marche devant lui, afin qu'aucun vide ne se produise entre celui qui précède et celui qui suit. On peut assimiler cette tendance des corps à rester contigus à celle par laquelle le fer adhère à l'aimant. Cette tendance, appelée *l'horror vacui*, est plus puissante que la gravité ou la légèreté et contrarie au besoin leurs effets. Toutefois, l'observation des fontainiers de Florence mettait en doute cette dernière affirmation. Galilée l'interpréta en disant que *l'horror vacui* n'est pas toujours plus puissante que la gravité : la gravité peut être suffisante pour vaincre l'horreur du vide, si bien que tout ce qui est permis d'énoncer, c'est que la nature a une horreur limitée du vide.

3 – Objections de l'École contre la pesanteur de l'air

À l'explication de la suspension des liquides dans les pompes aspirantes ou dans les tubes barométriques par l'horreur du vide, les expérimentateurs de la première moitié du XVII^e siècle, les Jean Rey, Isaac Beeckman, Torricelli, Descartes, Gianbattista Baliani, Roberval, et finalement Pascal allaient substituer une autre doctrine : ce qui contraint un liquide à pénétrer, en dépit de son poids, dans un espace qui, faute de cette ascension, demeurerait vide, ce n'est pas une tendance à fuir le corps qui suit : c'est une pression exercée, en vertu de sa pesanteur, par l'air extérieur. Une telle doctrine implique la pesanteur de l'air. Or, là encore, on se heurtait à l'enseignement de l'École.

Dans sa mécanique, Aristote classe les mouvements que nous révèle l'observation en mouvements *naturels* et en mouvements *violents* : les premiers sont ceux qui n'exigent aucun effort du moteur qui meut un mobile, les seconds sont l'effet d'une contrainte extérieure. À chaque substance simple correspond un et un seul mouvement naturel, qui doit être un mouvement simple. Or, il n'existe, au gré du Stagirite, que deux sortes de mouvements simples : le mouvement circulaire, qui est celui de la substance céleste, le mouvement rectiligne, qui convient aux corps simples, susceptibles de génération et de corruption, contenus dans la concavité de l'orbe de la Lune : à savoir la terre, l'eau, l'air et le feu.

Les translations simples sont de deux sortes : les unes sont dirigées vers le centre de l'Univers ; les autres suivent des directions issues de ce point. Le mouvement vers le bas est le mouvement naturel des corps *graves*, le mouvement vers le haut est le mouvement naturel des corps *légers*. La *gravité* et la *légèreté* sont des qualités intrinsèques des corps sublunaires, indépendantes de l'action des corps extérieurs. Si un corps grave, comme la terre, est mû vers le haut, si un corps léger, comme le feu, est mû vers le bas, si l'un et l'autre suivent une trajectoire autre que la verticale, leur mouvement est un mouvement violent dû à l'action d'un moteur étranger à leur nature.

En tout mouvement d'un corps inanimé, le Stagirite distingue un mobile qui est mû et un moteur différent de celui qui le meut. Dans le mouvement naturel des corps graves et des corps légers, quel est le moteur qui meut ? C'est la tendance qu'ont les corps simples à rejoindre leur lieu naturel, où ils se trouvent naturellement en repos et réalisent la plénitude de leur entéléchie. Ainsi, le feu se porte vers la région qui confine à l'orbe de la Lune, parce qu'elle est son lieu naturel, et la Terre au centre du monde, qui est également son lieu naturel. La terre et le feu élémentaires sont dits absolument graves et légers. Il y a des corps

relativement graves et légers, dont les lieux naturels s'étagent du centre du monde à l'orbe de la Lune. Un corps relativement grave ou léger se trouvera en repos, et par suite, sera en son lieu naturel, lorsqu'il aura au-dessous de lui, des corps plus lourds que lui, et au-dessus de lui, des corps plus légers que lui : par exemple, l'air est relativement plus léger par rapport au feu, l'eau relativement grave par rapport à la terre. Mais qui dit corps relativement léger ne dit pas corps mélangé de gravité et de légèreté, mais corps moins léger qu'un corps absolument léger, sans aucun mélange de pesanteur.

Étant donné ces prémisses, une série de questions se pose. Tout d'abord, doit-on ranger l'air élémentaire parmi les corps graves ou légers ?

Aristote pensait que l'air était pesant, en vertu d'une observation mal interprétée : une outre pèse davantage lorsqu'elle est gonflée d'air que lorsqu'elle est vide. En son commentaire du *De Coelo*, Simplicius nous apprend qu'il avait refait l'expérience et trouvé le même poids à l'outre gonflée et à l'outre dégonflée. Le résultat contraire, rapporté par le Stagirite, s'explique par une cause d'erreur : le souffle qui a gonflé l'outre y a déposé de l'humidité qui augmente son poids. Les meilleurs esprits donnèrent raison à Simplicius, expliquant l'excès de poids de l'outre gonflée, soit par l'humidité introduite, soit par la condensation de l'air. L'air était donc tenu pour dépourvu de poids. C'est ce qu'objectera Pierius à Roberval au nom de l'École : « *Peripatetici putant nihil omnine esse gravitatis in aere*¹³. » Affirmer la pesanteur de l'air, c'était contrevenir à l'enseignement des péripatéticiens sur la légèreté de l'air. À ceux qui admettaient, en dépit de l'avis motivé de Simplicius, la gravité de l'air, se posait une autre question, qui fut âprement disputée parmi les mécaniciens d'Alexandrie et les physiciens de la Scolastique : un élément pèse-t-il lorsqu'il se trouve dans son lieu naturel ? L'air, par exemple, pèse-t-il dans l'air, l'eau dans l'eau ? Ceux qui répondaient par la négative, quand bien même ils admettaient la pesanteur de l'air, ne pouvaient expliquer par la pression de l'atmosphère l'ascension des liquides dans des tubes de Torricelli.

4 – Objections de l'École contre l'élasticité de l'air

L'étude de ce qui se passe dans la chambre barométrique allait conduire Roberval à la découverte de la force élastique des gaz, qui implique la tendance spontanée de l'air à occuper tout le volume qui lui est laissé

13. P. B., II, 294.

libre. Or, la raréfaction spontanée de l'air, invoquée déjà par Torricelli, qui considère l'air des hautes régions de l'atmosphère comme moins dense que sur la Terre, était exclue par le principe fondamental grâce auquel la physique d'Aristote rejoignait son ontologie : *tout ce qui est mû est en mouvement par un moteur distinct de lui ; quidquid movetur ab alie movetur*. La notion d'un corps inanimé n'emportant pas celle de mouvement spontané, le réalisme ontologique, qui exclut d'un objet tout ce qui ne figure pas dans la définition de son concept, implique qu'un corps brut n'est jamais en mouvement *ab se*, mais *ab alie*. Ce principe conduit à la *négation du principe d'inertie* : pour le Stagirite, une force détermine une vitesse et dès qu'elle cesse de s'exercer, le mobile s'arrête ; pour Galilée, une force détermine une accélération et dès qu'elle cesse de s'exercer, le mobile, s'il n'est freiné par aucune résistance passive, persévère dans son état de mouvement. Le même principe revient encore à affirmer la *passivité des substances*. La passivité des substances rend inintelligible la notion même de gaz, c'est-à-dire de fluides parfaitement élastiques et expansibles. Cette propriété que possède une masse gazeuse d'occuper tout l'espace laissé à sa libre disposition est due à l'agitation intestine de ses molécules. Cette agitation est un mouvement désorganisé éternel et spontané, que la découverte du mouvement brownien a permis d'observer expérimentalement. Or, l'existence d'un mouvement éternel et spontané contredit violemment la [...]

[page manquante]

[...] l'une sur l'autre et sur la portée desquelles s'équilibrait la science maîtresse, clé de voûte de la cathédrale scolastique, la théologie. On comprend l'invincible répugnance des esprits conservateurs à entreprendre pareille œuvre de démolition ; on pressent les résistances farouches des adeptes fidèles de la tradition et les revendications de priorité passionnées de ceux qui eurent l'honneur d'ériger sur un champ de décombres gothiques l'édifice classique de l'hydrostatique.